

УДК 628.98+613.165

DOI: 10.30838/UJCEA.2312.301024.36.1090

## ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ВІЗУАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА

БЕЛІКОВ А. С.<sup>1</sup>, докт. техн. наук, проф.,

ПОДКОПАЄВ С. В.<sup>2</sup>, докт. техн. наук, проф.,

ЖУРБЕНКО В. М.<sup>3\*</sup>, асп.,

НАЖА П. М.<sup>4</sup>, канд. техн. наук, доц.,

РАГІМОВ С. Ю.<sup>5</sup>, канд. техн. наук, доц.

<sup>1</sup> Кафедра охорони праці, цивільної та техногенної безпеки, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: [belikov@pdaba.edu.ua](mailto:belikov@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>2</sup> Донецький національний технічний університет, вул. Потебні, 56, 43003, Луцьк, Україна, e-mail: [sci\\_vice\\_rect@donntu.edu.ua](mailto:sci_vice_rect@donntu.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-3258-9601

<sup>3\*</sup> Кафедра охорони праці, цивільної та техногенної безпеки, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 362-40-52, e-mail: [zurbenko.valeriia@pdaba.edu.ua](mailto:zurbenko.valeriia@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0001-9607-8205

<sup>4</sup> Кафедра основ та фундаментів, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, e-mail: [pazha.pavlo@pdaba.edu.ua](mailto:pazha.pavlo@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0001-5852-0226

<sup>5</sup> Кафедра організації та технічного забезпечення аварійно-рятувальних робіт, Національний університет цивільного захисту України, вул. Чернишевська, 94, 61023, Харків, Україна, тел. +38 (057) 370-50-52, e-mail: [sergragimov@ukr.net](mailto:sergragimov@ukr.net), ORCID ID: 0000-0002-8639-3348

**Анотація.** *Постановка проблеми.* Аналіз літературних джерел та проведені дослідження дозволяють встановити закономірності впливу світла на рівень потенційної небезпеки робочого середовища. Нестача або неправильний розподіл світла знижує продуктивність праці, викликає втоми очей, провокує захворювання зору, підвищує рівень травматизму. *Мета роботи* – теоретичне обґрунтування впровадження інтегрального підходу до комплексної оцінки ризиків негативного впливу світлового середовища з урахуванням закордонного досвіду. Завдання дослідження: за допомогою методик обчислення потенційного ризику більш повно оцінити безпеку праці, дію на функціональний стан працівників факторів візуального середовища. Виконання робіт високої зорової складності зумовлює підвищений ризик виникнення професійних захворювань та травмування, в тому числі під час виконання робіт підвищеної небезпеки. Неналежна якість світлового середовища не тільки знижує працеспроможність, а й може спричинити травмування працівників та аварійну ситуацію на підприємстві. Оскільки працівники підприємств підпадають під багатофакторний вплив шкідливих факторів візуального середовища, таких як: знижена контрастність фону та об'єкта розрізнення, прямий та віддзеркалений відблиск, мерехтливості світла та інші, – такий підхід значно спрощує оцінювання ступеня реального професійного і виробничого ризику для конкретного робочого місця. *Результати дослідження* показують більшу ефективність застосування інтегрального ризик-орієнтованого підходу порівняно з традиційними методами оцінювання завдяки можливості більш точно врахувати багатофакторний вплив світлового середовища, що не передбачається діючими нормами оцінювання якості світлового середовища виробничих приміщень. *Вперше* запропоновано застосування інтегрального ризик-орієнтованого підходу для комплексної оцінки світлового середовища у робочих приміщеннях, де проводяться зорові роботи високої складності, які оцінюються як роботи підвищеної небезпеки. *Практична значимість.* Запропонована методика може бути застосована для оцінювання виробничого ризику на робочих місцях широкої сфери професій. У першу чергу рекомендується впровадити її для оцінювання візуального середовища приміщень, де планується виконання робіт високої зорової складності.

**Ключові слова:** світлове середовище; ризик-орієнтований підхід; роботи високої зорової складності; порушення фізіології

## INTEGRAL RISK ORIENTED APPROACH IN THE IMPLEMENTATION OF A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF VISUAL ENVIRONMENT

BIELIKOV A.S.<sup>1</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,  
PODKOPAIEV S.V.<sup>2</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,  
ZHURBENKO V.M.<sup>3\*</sup>, *Postgrad. Stud.*,  
NAZHA P.M.<sup>4</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,  
RAGIMOV S.Yu.<sup>5</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*

<sup>1</sup> Department of Labor Protection, Civil and Technogenic Safety, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov Str., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-73, e-mail: [belikov@pdaba.edu.ua](mailto:belikov@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>2</sup> Donetsk National Technical University, 56, Potebni St., Lutsk, 43003, Ukraine, e-mail: [sci\\_vice\\_rect@donntu.edu.ua](mailto:sci_vice_rect@donntu.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-3258-9601

<sup>3\*</sup> Department of Labor Protection, Civil and Technogenic Safety, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov Str., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (050) 362-40-52, e-mail: [zurbenko.valeriia@pdaba.edu.ua](mailto:zurbenko.valeriia@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0001-9607-8205

<sup>4</sup> Department of Basements and Foundations, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov Str., Dnipro, 49005, Ukraine, e-mail: [nazha.pavlo@pdaba.edu.ua](mailto:nazha.pavlo@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0001-5852-0226

<sup>5</sup> Department of Management and Technical Support of Resque Operations, Ukrainian National University of Civil Defence, 94, Chernyshevsk Str., Charkiv, 61023, Ukraine, tel. +38 (057) 370-50-52, e-mail: [sergragimov@ukr.net](mailto:sergragimov@ukr.net), ORCID ID: 0000-0002-8639-3348

**Abstract. Problem statement.** The analysis of literary sources and the conducted research allow us to establish patterns of influence of the global environment on the level of potential danger of the working environment. An improper distribution of light reduces work productivity, causes eye fatigue, provokes eye diseases, and increases the level of injuries. **The purpose of the work** is the theoretical justification of the implementation of an integrated approach to the comprehensive assessment of the risks of the negative impact of the light environment, taking into account foreign experience. The task of the research: to more fully assess occupational safety, the effect of visual environment factors on the functional state of workers using the methods of calculating potential risk. Performing work of high visual complexity leads to an increased risk of occupational diseases and injuries, including when performing work of increased danger. Performing work of high visual complexity leads to an increased risk of occupational diseases and injuries, including when performing work of increased danger. Inadequate quality of the lighting environment not only reduces productivity, but can also lead to employee injuries and an emergency situation at the enterprise. Since employees of enterprises are exposed to the multifactorial influence of harmful factors of the visual environment, such as: reduced contrast of the background and the distinguishing object, direct and reflected glare, flickering of light, and others, this approach greatly simplifies the assessment of the degree of real professional and industrial risk for a specific workplace. **Research results** show the greater effectiveness of the application of the integrated risk-oriented approach compared to traditional assessment methods due to the ability to more accurately take into account the multifactorial influence of the light environment, which is not foreseen by the current standards for assessing the quality of the light environment of industrial premises. For the first time, the application of an integrated risk-oriented approach is proposed for the comprehensive assessment of the light environment in workplaces where visual work of high complexity, which is assessed as work of increased danger, is carried out. **For the first time**, the application of an integral risk-oriented approach is proposed for the comprehensive assessment of the light environment in workplaces where visual work of high complexity is carried out, which is assessed as work of increased danger. **Practical significance.** The proposed technique can be applied in the assessment of industrial risk at workplaces of a wide range of professions. First of all, it is recommended to implement it when assessing the visual environment of the premises, where it is planned to perform works of high visual complexity.

**Keywords:** *light environment; risk oriented approach; high visual complexity works; physiological disorders*

**Вступ.** Одним із найважливіших факторів підвищення безпеки під час виконання технологічних процесів у будівлях і спорудах постає фактор візуального середовища. У сучасній будівельній галузі, а також в інших

наукомістких виробництвах головною тенденцією стає впровадження більш економічних систем освітлення, за рахунок використання LED-світильників і регулювання сили освітлення та можливості програмувати сценарії використання груп

світильників відповідно до робочих змін та часу доби. Працездатність та загальне самопочуття робітників прямо залежить від умов середовища і може знижуватись через невідповідність оптимальних параметрів шуму (до 20 %), вібрації (до 11 %), недостатньої освітленості (до 20 %), метеорологічних умов (до 15–20 %), інтенсивного теплового опромінення тощо [2; 3; 8; 9].

Підвищений ступінь ризику виникнення професійних хвороб у працівників, що

виконують роботи високої зорової складності (згідно з класифікатором, наведеним в [1]), означає, що такі роботи належать до категорії робіт підвищеної небезпеки. Досліджуючи умови праці на підприємствах України, згідно з [1; 2], ми визначили професії зі спорідненими умовами праці за критерієм характеристики зорової роботи (див. табл.).

Таблиця

Аналіз умов праці споріднених професій

| № п/п | Професії працівників за класифікатором  | Складність зорової роботи (розряд) |
|-------|---|------------------------------------|
| 1     | Макетник художніх макетів, Оператор комп'ютерної верстки, Головний дизайнер, Біохімік, Виробник штампів, Головний дизайнер (художник-конструктор) проекту, Мікробіолог, Реставратор архівних та бібліотечних матеріалів, Реставратор тканин, гобеленів та килимів, Ювелір-гравер, Кресляр   | A-1                                |
| 2     | Архітектор, Археолог, Аудитор інформаційних технологій (з кібербезпеки), Викладач закладу вищої освіти, Адміністратор системи, Адміністратор мереж і систем, Ботанік, Вихователь-методист, Оператор електронно-обчислювальних та обчислювальних машин,  | A-2                                |
| 3     | Головний програміст, Оператор диспетчерської служби, Програміст системний, Професіонал з експлуатації електричних станцій, енергетичних установок та мереж, Професіонал з економічної кібернетики, Аналітик (банківська діяльність), Вірусолог, Переписувач нот, Медична сестра   | Б-1                                |
| 4     | Верстатник спеціальних деревообробних верстатів, Вимірювач електрофізичних параметрів, Вишивальник на шкірі та хутрі, Автоматник в'язальних автоматів, Бібліотекар, Гідрохімік, Менеджер (управитель) систем з інформаційної безпеки, Оператор дистанційно керованих апаратів, Оператор копіювальних та розмножувальних машин, Оператор служби «102», Офісний службовець, Перекладач, Підбирач довідкового та інформаційного матеріалу, Секретар-Друкарка, Контролер-Касир, офісний службовець, Бухгалтери та касири-експерти, Оператор поста керування | Б-2                                |

В Україні досі застосовуються застарілі підходи до оцінення безпеки дії візуального середовища робочого простору на робітників та відвідувачів.

За даними Міжнародного агентства з профілактики сліпоти на 2020 р., в усьому світі близько 285 млн людей страждають від порушень зору, з яких 39 млн вражені сліпотою. Близько 90 % людей з порушеннями зору живуть у країнах із низьким доходом. За оцінками експертів, 82 % незрячих входять у вікову групу 50 років і старше.

**Обґрунтування методики дослідження.** Згідно з оцінками гігієністів, невідповідність умов світлового середовища

фізіологічним та психологічним нормам спричинює:

- підвищення ризику травм на робочому місці через неправильну візуальну оцінку стану системи робітниками (падіння, пошкодження частинами машин, що рухаються, тощо);

- зростання ризику розвитку набутих хвороб ока (атрофії зорового нерва, зорового ністагма, міопії, мігрень), особливо у робітників, старших 50 років;

- зростання кількості захворювань опорно-рухового апарату внаслідок порушення фізіологічно правильної пози під час роботи;

- зростання кількості захворювань нервової системи та втрат мобільності та працездатності, які спричиняються довготривалим перенапруженням;

- порушення фізіологічної діяльності організму внаслідок підвищення рівня напруженості праці та необхідності постійно додатково зосереджувати увагу.

Отже, неналежна якість світлового середовища не тільки знижує працеспроможність, а й може спричинити травмування працівників та аварійну ситуацію на підприємстві. Наразі оцінювання виробничого травматизму та професійних захворювань, викликаних неналежною якістю світлового середовища, здійснюється за декількома різними за своєю фізичною природою показниками [4]: сила світла, яскравість поверхонь, сукупний показник зорового дискомфорту, прямий та віддзеркалений відблиск, колірна передача, мерехтливість штучного світла тощо, – які не створюють єдиної, цілісної картини про стан умов праці за критеріями якості візуального середовища. Однак досі цьому фактору не приділяється достатньо уваги у процесі модернізації виробництв та проектування нових робочих приміщень.

**Аналіз літературних даних та постановка проблеми.** Світлове середовище в будівлі визначається як фізичними характеристиками самого приміщення та будівлі, у якій воно розташоване (широта, орієнтація фасаду, відстань до інших будівель, висотність, конфігурація фасаду, площа та оздоблення світлових прорізів), так і обраною системою освітлювальної установки (джерела світла, світлові прилади, пускорегулювальна апаратура й електричні пристрої, що забезпечують розподіл світлової енергії по приміщенню) та оздобленням приміщення (матеріали поверхонь, їх конфігурація, взаємна контрастність, площа та блискіть, кількість світла, яке вони відбивають, тощо).

Це визначає необхідність вивчення процесів проектування світлового середовища робочих приміщень з точки зору взаємодії у людини як складної біологічної системи у вигляді «сукупності

функціонально зв'язаних тканин, органів, їх частин і процесів, об'єднаних у ціле для досягнення біологічно значимого результату» [7].

Відповідно до такого визначення людський організм – це біологічна система вищого порядку, яка включає у себе ряд біологічних систем, що взаємодіють та взаємовпливають певним чином. У процесі сприйняття світлового стимулу спостерігачем первинною системою прийняття інформації стає зоровий аналізатор, який сам по собі є досить складним органом, всі характеристики якого «не тільки взаємозалежні одна від одної, а і складним чином залежать від стану всіх інших систем людського організму, від віку, слухових подразнень, часу доби...» [14].

Тому дослідження, пов'язані з дією зовнішніх факторів на зоровий аналізатор, особливо у зв'язку з роботою інших систем людського організму, віднесено до класу складних. Це визначає неможливість вичленування якоїсь однієї окремої системи або органа із загальної системи й ізолювання її від суміжних систем і процесів, що відбуваються у них. Урахування таких факторів робить результати дослідження систем освітлення найбільш достовірними.

Впровадження ризик-орієнтованого підходу у процес дослідження умов світлового середовища приміщень, де виконуються роботи високої зорової складності, потребує врахування дії не тільки передбачених нормами потенційно небезпечних факторів, а й комплексного урахування факторів візуального середовища, для більш точного оцінення заходів, що дозволяють підвищити безпеку виробничого середовища для робітників та відвідувачів. Найбільша група ризику – це професії, пов'язані з виконанням зорових робіт високої складності.

Із цього випливає необхідність розроблення моделі, яка б урахувала кількісний вплив кольору і світла на всі системи людського організму, для забезпечення необхідної вірогідності результатів дослідження.

**Мета та завдання дослідження.** Мета роботи – теоретичне обґрунтування впровадження інтегрального підходу у комплексну оцінку ризиків негативного впливу світлового середовища з урахуванням закордонного досвіду.

Завдання дослідження: за допомогою методик обчислення потенційного ризику більш повно оцінити безпеку праці, дію на функціональний стан працівників факторів візуального середовища. Пропонується оцінити ризик негативної дії факторів світлового середовища на фізіологічний та психологічний стан людей, що в ньому перебувають та, через особливості трудової діяльності, піддаються підвищеним навантаженням на зоровий аналізатор та пов'язані з ним системи організму.

**Матеріали та методи дослідження.** Порівняльний аналіз науково-технічної літератури та нормативно-правової бази України та країн Євросоюзу показує, що закордонні дослідження [6; 17] значно розширюють поняття світлового середовища та критеріїв його комфортності для людини. Мірою якості освітлення виступає показник ергономічності освітлення ELI (Ergonomic Lighting Indicator), який складається з таких основних груп критеріїв (за пріоритетністю):

- зорова робота (рівень освітленості; рівномірність освітленості; якість кольоропередавання передавання контрасту; обмеження на світловідбивання);

- сприйняття сцени (залежить від фізичної конфігурації та архітектурного рішення приміщення та будівлі, у якій воно розташоване);

- контроль блискавості (UGR) (Unified Glare Rating); розподіл яскравості; обмеження пульсацій; природне освітлення;

- зоровий комфорт (рівень блискавості UGR – (Unified Glare Rating); розподіл яскравості; обмеження пульсації, природне освітлення;

- життєдіяльність: самопочуття; активність; біологічні процеси, безпечність;

- додаткові можливості (індивідуальна або автоматизована система керування освітлювальною установкою).

Для подальшого з'ясування характеру зв'язків між рівнями впливу факторів виробничого середовища для оцінення умов та характеру праці на робочих місцях працівників застосовано кореляційний аналіз.

**Розроблення методики оцінення впливу факторів світлового середовища на безпеку.** Враховуючи велику кількість складових впливу світлового середовища на системи зорового аналізатора людини, а також необхідність розширити кількість критеріїв світлового середовища, що використовуються для оцінення параметрів робочої зони на основі розрахунку потенційного ризику під час виконання робіт високої складності, пропонується обчислення інтегрального показника комплексної дії на функціональний стан, працездатність та безпеку праці робітників, що виконують зорові роботи високої складності.

Урахування такого інтегрального показника дозволить врахувати взаємний вплив найвизначніших факторів та провести ефективно оцінення їх значень у будь-якій точці робочого приміщення.

**Дослідження впливу візуальних параметрів візуального середовища на величину інтегрального ризику.** Комплексний аналіз впливу візуальних параметрів візуального середовища під час виконання зорових робіт високої складності здійснюється за допомогою визначення рівня небезпеки для працівників. Для цього функція ризику оцінки  $\delta(x)$  для параметра  $\theta$ , обчислюється за певних чинників світлового середовища  $x$ , як математичне очікування функції втрат  $L(\theta, \delta(x))$ :

$$R(\theta) = \int L(\theta, \delta(x)) \cdot f(x|\theta) dx, \quad (1)$$

де  $L(\theta, \delta(x))$  – функція втрат від параметра оцінки  $\theta$  і значення оцінки  $\delta(x)$ ;  $f(x|\theta)$  – ймовірність небажаної події.

Для функції втрат  $L(\theta, \delta(x))$  приймають деяку вартісну міру одиниці ризику, яка характеризує наслідки якоїсь події.

Наприклад, із погляду роботодавця вартісна міра ризику прийматиметься такою, що дорівнює розміру п'ятирічного заробітку працівника, згідно із законодавством. Установлення подібної вартісної оцінки може бути доречним і для інших рівнів тяжкості небажаних подій.

Відповідно до закону Вебера–Фехнера, в загальному випадку має місце існування деякої функціональної залежності між рівнем концентрації шкідливого фактора, відчуттям і ризиком:

$$r = \frac{1}{k} \times \lg \frac{C}{C_0}, \quad (2)$$

де  $r$  – рівень ризику;  $C$  – рівень інтенсивності шкідливого фактора в певній точці робочого простору;  $k$  – коефіцієнт пропорційності, що буде потребувати уточнення і корегування, залежно від прийнятих норм та експериментальних даних;  $C_0$  – найменша інтенсивність, за якої дія шкідливого фактора стає відчутною.

Якщо ж значення фактора матиме значення менше за прийняте нормативне, то, відповідно, величину ризику можна розрахувати із припущенням, що зміна його величини від значення фактора є лінійною [13]:

$$r_i = \alpha \times F, \quad (3)$$

де  $\alpha = 10^{-6}/\Gamma\text{ДР}$ ;  $F$  – величина фактора  $F < \Gamma\text{ДР}$ .

Сумарний ризик надалі передбачається розраховувати в такій послідовності: за розрахунками значення річного ризику по кожному з факторів впливу  $r_i$  обчислюється величина інтегрального ризику:

$$R = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - r_i). \quad (4)$$

**Обговорення результатів.** Наведена вище методика інтегральної оцінки ризику дозволяє оцінити сумарний ступінь ризику виникнення травмонебезпечних ситуацій або потенційної небезпеки розвитку набутих хвороб у групи ризику – працівників, що виконують зорові роботи підвищеної складності. Це стає кроком до отримання єдиного підходу до розрахунку оцінки параметрів робочої зони, який не потребує введення множини шкал для характеристики якості середовища.

Аналіз науково-технічної літератури та нормативно-правової бази з охорони праці показав, що працівники підприємств підпадають під багатофакторний вплив шкідливих чинників, і впровадження інтегрального підходу до оцінки ризиків негативного впливу світлового середовища на соматичний та психофізіологічний стан людей, що в ньому перебувають, значно спрощує оцінення ступеня реального професійного і виробничого ризику шкідливого впливу візуальних факторів для конкретного робочого місця [2; 8; 12].

Перевагою застосування запропонованого підходу бачиться можливість проводити оцінення значень потенційного виробничого ризику за будь-якої кількості шкідливих і небезпечних факторів на робочих місцях, до яких належать і численні візуальні чинники.

Недолік запропонованого підходу полягає у неповноті визначення коефіцієнтів пропорційності для деяких чинників світлового середовища, для яких потребуватиметься уточнення і корегування, залежно від прийнятих норм та експериментальних даних. Заплановано подальші дослідження у цьому напрямку.

## Висновки.

1. На основі проведених досліджень вперше запропоновано методику комплексного оцінювання впливу світлового середовища на рівень потенційної небезпеки робочого середовища. Методика, у першу чергу, має впроваджуватись для оцінення візуального середовища приміщень, де планується виконання робіт високої зорової складності, які належать до робіт підвищеної небезпеки. Запропонований метод, на відміну від традиційної окремої оцінки шкідливих факторів візуального середовища, дозволяє урахувати їх комплексний інтегральний вплив.

2. Запропоновано застосування інтегрального ризик-орієнтованого підходу до впровадження комплексної оцінки візуального середовища. Атестація робочих місць на основі розрахунку інтегрального

показника дії потенційно небезпечних факторів світлового середовища може дозволити враховувати взаємовплив шкідливих та небезпечних факторів різної природи (фізичної, психофізіологічної тощо) та за будь-якої їх кількості.

Запропонована методика оцінення ризику дії негативних факторів світлового середовища дозволяє оцінити вирогідність розвитку набутих професійних хвороб та травмування працівників, діяльність яких пов'язана з виконанням робіт високої зорової складності.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.5-28-2018. Природне і штучне освітлення. Київ : Мінбуд України, 2018. URL: <https://www.sunpower.ua/cp37498-dbn-v25-28-2018-prirodne-shtuchne-osvtennya.html> (дата звернення: 12.05.2024).
2. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу : ДСНтаП. Затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 08.04.2014 № 248. URL: <https://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14> (дата звернення: 12.05.2024).
3. Global strategy on occupational safety and health. Conclusions adopted by the international labour conference at its 91st session, 2003. International Labour Organization. URL: <http://www.ilo.org> (last access: 26.05.2022).
4. Tretyakov O. V., Harmash B. K., Biletska Ye. S. Industrial risk is the main indicator of the assessment of working conditions. *Dynamics of the development of world science : abstracts of the 6<sup>th</sup> International scient. and pract. conf.* February 19–21 2020. Vancouver : Perfect Publishing, 2020. Pp. 292–302.
5. Tretyakov O. V., Harmash B. K., Biletska Ye. S. The Assessment of Labor Conditions According to Hazard Indicators on the Basis of Production Risk Determination. *World Science*. Warsaw, 2020. № 1 (53), vol. 2. Pp. 28–33. DOI: 10.31435/rsglobal\_ws/31012020/6901.
6. Juslén H., Tenner A. Mechanisms involved in enhancing human performance by changing the lighting in the industrial workplace. *Int J Ind Ergon*. 2005. № 35 (9). Pp. 843–855.
7. Linn H. I., Amendola A. A. Occupational Safety Research : overview. *Encyclopedia of Occupational Safety and Health*. International Labor Organization. Geneva, 2005. URL: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_116863.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_116863.pdf) (last access: 12.05.2024).
8. ISO 45001. Системи менеджменту охорони здоров'я і безпеки праці. Вимоги з застосування. URL: <https://www.iso.org/standard/63787.html> (дата звернення 12.05.2024).
9. ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять : Національний стандарт України. Затверджено наказом Мінекономрозвитку України від 02 грудня 2014 р. № 1429. [Чинний з 01 травня 2015 р.]. URL: [http://web.kpi.kharkov.ua/safetyofliving/wp-content/uploads/sites/171/2017/10/dstu\\_2293\\_2014.pdf](http://web.kpi.kharkov.ua/safetyofliving/wp-content/uploads/sites/171/2017/10/dstu_2293_2014.pdf) (дата звернення: 12.05.2024).
10. Polukarov O. I., Prakhovnik N. A., Polukarov Y. O., Mitiuk L. O., Demchuk H. V. Assessment of occupational risks : New approaches, improvement, and methodology. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*. 2021. № 8 (11). Pp. 79–86.
11. Franzkowiak P. Risikofaktoren und Risikofaktorenmodell. *Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung*. 2018. DOI: 10.17623/BZGA:224-i102-2.0 (дата звернення: 12.05.2024).
12. Kuzminov B. P., Lototska-Dudyk U. B. Occupational factors and their influence on the health of workers in shoe productions. *National Medical University by Danilo Galitsky*. Lviv, 2020. URL: <https://doi.org/10.33573/ujoh2016.01.074> (дата звернення: 12.05.2024).
13. Nicoletti L., Padovano A. Human factors in occupational health and safety 4.0 : a cross-sectional correlation study of workload, stress and outcomes of an industrial emergency response. *International Journal of Simulation and Process Modelling*. 2019. № 14 (2). Pp. 178–195. DOI: 10.1504/IJSPM.2019.10021441 (дата звернення: 12.05.2024).
14. Global strategy on occupational safety and health. Conclusions adopted by the international labour conference at its 91st session, 2003. International Labour Organization. URL: <http://www.ilo.org> (дата звернення: 12.05.2024).
15. Zhurbenko V., Belikov A., Sankov P., Nazha P. The Influence of the Visual Factor on the Efficiency of Visualization Method in the Production Environment. In: Gomes Correia A., Azenha M., Cruz P. J. S., Novais P., Pereira P. (eds). *Trends on Construction in the Digital Era. ISIC 2022. Lecture Notes in Civil Engineering*. Vol. 306. Springer, Cham., 2023. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-20241-4\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-031-20241-4_22)
16. Беліков А. С., Журбенко В. М. Обґрунтування актуальності розробки сучасних методик дослідження виробничого середовища з урахуванням світлового фактору. *Науковий вісник ДонНТУ*. 2023. № 2 (11). Pp. 27–38. URL: <https://doi.org/10.31474/2415-7902-2023-2-11-27-38>
17. Leccese Francesco & Salvadori Giacomo & Casini Matteo & Bertozzi M. Lighting of indoor work places : risk assessment procedure. *WIT Transactions on Information and Communication Technologies*. 2012. № 44. Pp. 89–101. DOI: 10.2495/RISK120091.

18. Van Bommel W. J. M., Van den Beld G. J. Lighting for work : a review of visual and biological effects. *Lighting Research & Technology*. 2004. Vol. 36, № 4. Pp. 255–266.

## REFERENCES

1. DBN V.2.5-28-2018. *Pryrodne i shtuchne osvittlenya* [DBN V.2.5-28-2018. Natural and artificial lighting]. Kyiv, Ministry of Construction of Ukraine Publ., 2018. URL: <https://www.sunpower.ua/cp37498-dbn-v25-28-2018-prirodne-shtuchne-osvittlenya.html> (in Ukrainian).
2. *Hihiyenichna klasyfikatsiya pratsi za pokaznykamy shkidlyvosti ta nebezpechnosti faktoriv vyrobnychoho seredovyscha, vazhkosti ta napruzhenosti trudovoho protsesu : DSNtaP* [Hygienic classification of work according to indicators of harmfulness and dangerous factors of the production environment, difficulty and tension of the labor process : DSNtaP]. Approved by the Order of the Ministry of Health of Ukraine dated April 8, 2014, no. 248. URL: <https://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14> (in Ukrainian).
3. Global strategy on occupational safety and health (2003). Conclusions adopted by the international labor conference at its 91st session. International Labour Organization. URL: <http://www.ilo.org> (last access: 12.05.2024).
4. Tretyakov O., Harmash B. and Biletska Ye. Industrial risk is the main indicator of the assessment of working conditions. Dynamics of the development of world science : abstracts of the 6<sup>th</sup> International Scientific and Practical Conference. February 19–21, 2020, Vancouver : Perfect Publishing, 2020, pp. 292–302.
5. Tretyakov O., Harmash B. and Biletska Ye. The Assessment of Labor Conditions According to Hazard Indicators on the Basis of Production Risk Determination. World Science. Warsaw, 2020, no. 1 (53), vol. 2, pp. 28–33. DOI: 10.31435/rsglobal\_ws/31012020/6901.
6. Juslén H. and Tenner A. Mechanisms involved in enhancing human performance by changing the lighting in the industrial workplace. *Int J Ind Ergon*. No. 35 (9), 2005, pp. 843–855.
7. Linn H. and Amendola A. Occupational Safety Research : overview. Encyclopedia of Occupational Safety and Health. International Labor Organization. Geneva, 2005. URL: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_116863.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_116863.pdf) (last access: 12.05.2024).
8. ISO 45001. Occupational health and safety management systems. Requirements with guidance for use. URL: <https://www.iso.org/standard/63787.html> (last access: 12.05.2024).
9. *DSTU 2293:2014. Okhorona pratsi. Terminy ta vyznachennya osnovnykh ponyat' : Natsional'nyy standart Ukrayiny* [DSTU 2293:2014. Labor protection. Terms and definitions of basic concepts : National Standard of Ukraine]. Approved by the order of the Ministry of Economic Development of Ukraine dated December 2, 2014, no. 1429. Valid since May 1, 2015. URL: [http://web.kpi.kharkov.ua/safetyofliving/wp-content/uploads/sites/171/2017/10/dstu\\_2293\\_2014.pdf](http://web.kpi.kharkov.ua/safetyofliving/wp-content/uploads/sites/171/2017/10/dstu_2293_2014.pdf) (last access: 12.05.2024). (in Ukrainian)
10. Polukarov O., Prakhovnik N., Polukarov Y., Mitiuk L. and Demchuk H. Assessment of occupational risks : new approaches, improvement, and methodology. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*. No. 8 (11), 2021, pp. 79–86.
11. Franzkowiak P. Risikofaktoren und Risikofaktorenmodell. Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung. 2018. DOI: 10.17623/BZGA:224-i102-2.0 (last access: 12.05.2024).
12. Kuzminov B. and Lototska-Dudyk U. Occupational factors and their influence on the health of workers in shoe productions. National Medical University by Danilo Galitsky. Lviv, 2020. URL: <https://doi.org/10.33573/ujoh2016.01.074> (last access: 12.05.2024).
13. Nicoletti L. and Padovano A. Human factors in occupational health and safety 4.0 : a cross-sectional correlation study of workload, stress and outcomes of an industrial emergency response. *International Journal of Simulation and Process Modelling*. 2019, no. 14 (2), pp. 178–195. DOI: 10.1504/IJSPM.2019.10021441 (last access: 12.05.2024).
14. Global strategy on occupational safety and health. Conclusions adopted by the international labour conference at its 91st session, 2003. International Labour Organization. URL: <http://www.ilo.org> (last access: 7.12.2019).
15. Zhurbenko V., Belikov A., Sankov P. and Nazha P. The Influence of the Visual Factor on the Efficiency of Visualization Method in the Production Environment. In: Gomes Correia A., Azenha M., Cruz P.J.S., Novais P., Pereira P. (eds). Trends on Construction in the Digital Era. ISIC 2022. Lecture Notes in Civil Engineering, vol. 306. Springer, Cham., 2023. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-20241-4\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-031-20241-4_22).
16. Belikov A.S. and Zhurbenko V.M. *Obhruntuvannya aktual'nosti rozrobky suchasnykh metodyk doslidzhennya vyrobnychoho seredovyscha z urakhuvannyam svitlovoho faktoru* [The Relevance of the Development of Modern Methods of the Light Factor Investigating in Production Environment]. *Naukovyy visnyk DonNTU* [Scientific Bulletin of Donetsk National Technical University]. 2023, no. 2 (11), pp. 27–38. URL: <https://doi.org/10.31474/2415-7902-2023-2-11-27-38> (in Ukrainian).
17. Leccese Francesco & Salvadori Giacomo & Casini Matteo & Bertozzi M. Lighting of indoor work places : risk assessment procedure. *WIT Transactions on Information and Communication Technologies*. 2012, no. 44, pp. 89–101. DOI: 10.2495/RISK120091.
18. Van Bommel W.J.M. and Van den Beld G.J. Lighting for work : a review of visual and biological effects. *Lighting Research & Technology*. 2004, vol. 36, no.4, pp. 255–266.

Надійшла до редакції: 10.09.2024.